

1 application(s) for: JP2002151480

PROCESSING METHOD FOR SEMICONDUCTOR ELEMENT AND DEVICE THEREFOR

Inventor: YARA TAKUYA ; NAKATAKE SUMIO **Applicant:** SEKISUI CHEMICAL CO LTD

IPC: H05H1/24; G03F7/42; H01L21/027; (+9)

Publication info: JP2002151480 (A) — 2002-05-24

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

PROCESSING METHOD FOR SEMICONDUCTOR ELEMENT AND DEVICE THEREFOR

Publication number: JP2002151480 (A)

Publication date: 2002-05-24

Inventor(s): YARA TAKUYA; NAKATAKE SUMIO

Applicant(s): SEKISUI CHEMICAL CO LTD

Classification:

- international: H05H1/24; G03F7/42; H01L21/027; H01L21/302; H01L21/3065; H05H1/24; G03F7/42; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/3065; G03F7/42; H01L21/027; H05H1/24

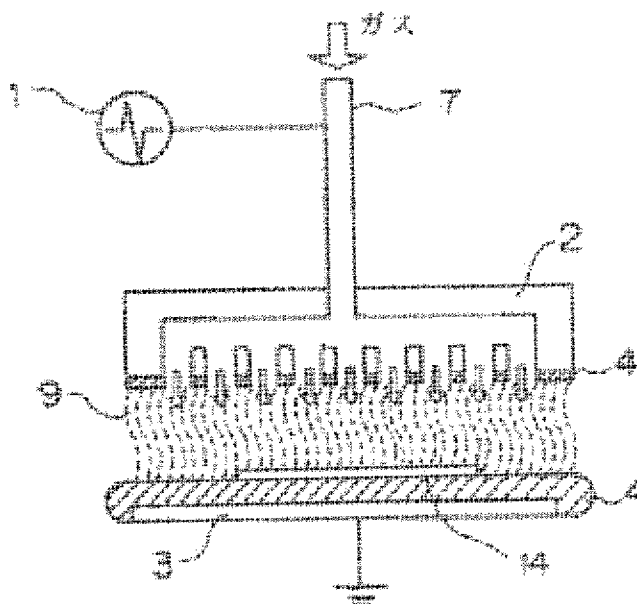
- European:

Application number: JP20000369498 20001205

Priority number(s): JP20000369498 20001205; JP20000208456 20000710; JP20000262821 20000831

Abstract of JP 2002151480 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and the device capable of realizing a stable discharge state under an atmospheric pressure condition in a peeling process in a semiconductor manufacturing process, and performing ashing by using a simple device and a discharge plasma processing capable of a processing with the small amount of processing gas. **SOLUTION:** In an ashing processing in the semiconductor manufacturing process by the plasma processing, a solid dielectric is installed on the opposing surface of at least one of a pair of electrodes opposing each other in the atmosphere under a pressure near the atmospheric pressure, and discharge plasmas obtained by introducing the processing gas between the pair of the electrodes and applying a pulse-like electric field are brought into contact with a base material to be processed.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-151480

(P2002-151480A)

(43) 公開日 平成14年5月24日 (2002.5.24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 21/3065		G 0 3 F 7/42	2 H 0 9 6
G 0 3 F 7/42		H 0 5 H 1/24	5 F 0 0 4
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/302	H 5 F 0 4 6
H 0 5 H 1/24		21/30	5 7 2 A

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-369498(P2000-369498)

(22) 出願日 平成12年12月5日 (2000.12.5)

(31) 優先権主張番号 特願2000-208456(P2000-208456)

(32) 優先日 平成12年7月10日 (2000.7.10)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2000-262821(P2000-262821)

(32) 優先日 平成12年8月31日 (2000.8.31)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002174

積水化学工業株式会社

大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号

(72) 発明者 屋良 卓也

大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学

工業株式会社内

(72) 発明者 中武 純夫

大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学

工業株式会社内

(74) 代理人 100106596

弁理士 河備 健二

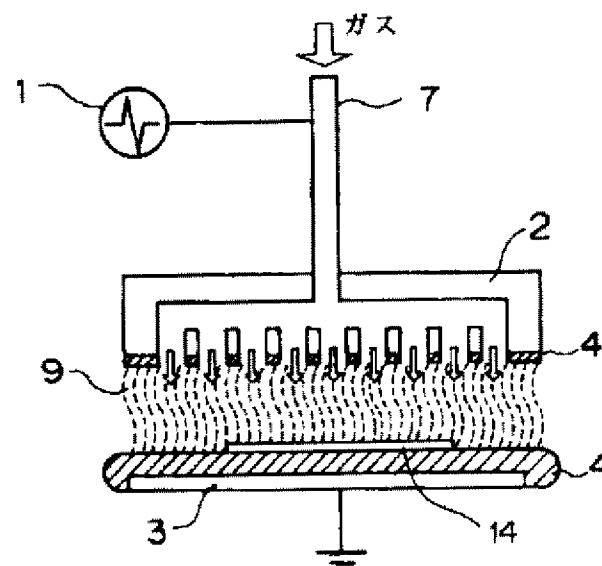
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体素子の処理方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体製造工程における剥離工程において、大気圧条件下で安定した放電状態を実現させることができ、簡便な装置かつ、少量の処理ガスで処理の可能な放電プラズマ処理を用いて、アッシングをすることができる方法及びその装置を提供。

【解決手段】 プラズマ処理による半導体製造工程におけるアッシング処理において、大気圧近傍の圧力下、雰囲気中で、対向する一対の電極の少なくとも一方の対向面に固体誘電体を設置し、当該一対の電極間に処理ガスを導入してパルス状の電界を印加することにより得られる放電プラズマを被処理基材に接触させることを特徴とする半導体素子の処理方法及び装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマ処理による半導体製造工程におけるアッシング処理において、大気圧近傍の圧力下、雰囲気中で、対向する一対の電極の少なくとも一方の対向面に固体誘電体を設置し、当該一対の電極間に処理ガスを導入してパルス状の電界を印加することにより得られる放電プラズマを被処理基材に接触させることを特徴とする半導体素子の処理方法。

【請求項2】 固体誘電体が、多数のガス吹き出し孔を有する容器であることを特徴とする請求項1に記載の半導体素子の処理方法。

【請求項3】 固体誘電体が、ガン型の容器であることを特徴とする請求項1に記載の半導体素子の処理方法。

【請求項4】 処理ガスが、4体積%以上の酸素含有ガスを含むものであることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の半導体素子の処理方法。

【請求項5】 立ち上がり時間と立ち下がり時間とが $40\text{ ns} \sim 100\text{ }\mu\text{s}$ 、正電位による電界強度が 50 kV/cm 以下、負電位による電界強度が 50 kV/cm 以下であって、かつ、電圧波高値が 0.5 kV/cm 以上であるパルス状の電界を印加することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の半導体素子の処理方法。

【請求項6】 アッシング処理が、レーザーにより穴開け加工をした積層板用プリプレグに対するプラズマ処理であって、レーザー加工後のビアホール内の残渣の除去処理であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の半導体素子の処理方法。

【請求項7】 アッシング処理後に残渣をエアブローにより除去する機構を付加することを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の半導体素子の処理方法。

【請求項8】 アッシング処理後に残渣を粘着ロールにより除去する機構を付加することを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の半導体素子の処理方法。

【請求項9】 請求項6～8のいずれか1項に記載の半導体素子の処理方法によって処理されたことを特徴とするレーザーによりビアホール加工された積層板用プリプレグ。

【請求項10】 プラズマ処理による半導体製造工程におけるアッシング処理装置において、少なくとも一方の対向面に固体誘電体が設置された一対の対向電極と、当該一対の対向電極間に処理ガスを導入する機構、該電極間にパルス状の電界を印加する機構、該パルス電界により得られるプラズマを被処理基材に接触させる機構を備えてなることを特徴とする半導体素子のアッシング処理用放電プラズマ処理装置。

【請求項11】 プラズマを基材に接触させる機構が、ガス吹き出し口ノズルを有する固体誘電体を通して対向電極間で発生したプラズマを被処理基材に向かって導くようになされていることを特徴とする請求項10に記載

の半導体素子のアッシング処理用放電プラズマ処理装置。

【請求項12】 対向電極の少なくとも一方の対向面に固体誘電体を設置し、一の電極と該固体誘電体との間又は該固体誘電体同士の間被処理基材を配置し、当該電極間に、立ち上がり時間及び立ち下がり時間が $40\text{ ns} \sim 100\text{ }\mu\text{s}$ であり、かつ、正電位による電界強度が 50 kV/cm 以下、負電位による電界強度が 50 kV/cm 以下であって、かつ、電圧波高値が 0.5 kV/cm 以上であるパルス状の電界を印加するようになされていることを特徴とする半導体素子のアッシング処理用放電プラズマ処理装置。

【請求項13】 ガス吹き出し口を備えた固体誘電体容器が配設された一の電極、及び、当該ガス吹き出し口に対向して設けられた他の電極を有し、当該ガス吹き出し口から処理ガスを連続的に排出させるようになされており、当該一の電極と当該他の電極との間に、立ち上がり時間及び立ち下がり時間が $40\text{ ns} \sim 100\text{ }\mu\text{s}$ であり、かつ、正電位による電界強度が 50 kV/cm 以下、負電位による電界強度が 50 kV/cm 以下であって、かつ、電圧波高値が 0.5 kV/cm 以上であるパルス状の電界を印加するようになされていることを特徴とする半導体素子のアッシング処理用放電プラズマ処理装置。

【請求項14】 アッシング処理後に残渣をエアブローにより除去する機構を付加したことを特徴とする請求項10～13のいずれか1項に記載の半導体素子のアッシング処理用放電プラズマ処理装置。

【請求項15】 アッシング処理後に残渣を粘着ロールにより除去する機構を付加した特徴とする請求項10～13のいずれか1項に記載の半導体素子のアッシング処理用放電プラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体製造工程におけるアッシングにおいて、大気圧近傍でのパルス状の電界を利用した放電プラズマにより含酸素ガスを用いて被処理基材にアッシングを行う方法、積層板用プリプレグ熱硬化型樹脂の穴開け加工後の残渣を除去する方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】プラスチック等の固体の表面処理方法としては、 $1.333 \sim 1.333 \times 10^4\text{ Pa}$ の圧力でグロー放電プラズマを発生させるドライプロセスによるものが広く知られている。この方法では、圧力が $1.333 \times 10^4\text{ Pa}$ を超えると、放電が局所的になりアーク放電に移行し、耐熱性の乏しいプラスチック基板への適用が困難になるので、 $1.333 \sim 1.333 \times 10^4\text{ Pa}$ の低圧下で処理を行うことが必要である。

【0003】上記表面処理方法は、低圧での処理が必要

とされるので、真空チャンバー、真空排気装置等が設置されなければならない、表面処理装置は高価なものとなり、また、この方法により大面積基板を処理する場合には、大容量の真空容器、大出力の真空排気装置が必要になるために、表面処理装置は、更に高価なものとなる。また、吸水性の高いプラスチック基板の表面処理を行う場合には、真空引きに長時間を要するので、処理品がコスト高になる等の問題も有している。

【0004】特公平2-48626号公報には、細線型電極を用いた薄膜形成方法が開示されている。この薄膜形成方法は、ヘリウム等の不活性ガスと含ふ素ガスとモノマーガスとを混合し、複数の開孔を有する多孔管から基板近傍のグロー放電プラズマ域に供給することにより、基板上に薄膜を形成するものである。

【0005】この薄膜製造方法は、大気圧でグロー放電プラズマを発生させるので、装置や設備の低コスト化が可能であり、大面積基板の処理も可能となる。しかし、この薄膜製造方法では、処理容器内部に平板型電極又は曲面状電極が併用されているので、この装置は、一層の簡略化が可能である。しかしながら、現状では基材の大きさや形状が制約されるので、任意の位置を表面処理することは容易ではない。

【0006】特開平5-275193号公報には、固体誘電体が配設された電極間に、希ガスと処理ガスとからなる混合ガスを一方向への送流状態に保持し放電プラズマを発生させる基材表面処理装置が開示されている。しかし、この表面処理装置は、開放系の大気圧状態で放電プラズマを発生させる装置であるので、外気の影響を無くし、放電プラズマを基材表面に接触させて所望の表面処理を行う場合には、高速で混合ガスを流す必要があり、大流量のガスを流し続けなければならない、満足のいく表面処理装置とはいえない。

【0007】ところで、LSI、液晶ディスプレイ製造等の半導体製造工程においては、従来、マスク形成に感光性樹脂を用いたフォトリソを何度も用いるが、これは、所定の工程後に除去される。この時、レジスト膜は、剥離液では除去できないほど強固に硬化、炭化しており、アッシングと呼ばれる手法が必要となる。

【0008】アッシングとは、一般的には、放電や紫外線を利用して生成した活性酸素分子やオゾン分子を用いて有機物であるレジスト膜に化学的な作用によって灰化させる一種の燃焼現象を利用して除去する方法である。

【0009】また、近年高速演算の要請から回路配線の細線化と回路中の誘電体の低誘電率化が重要となっている。ポリフェニレンエーテル（以下、PPEと略することがある）は、誘電率2.45、誘電正接0.0007を有し、非常に電氣的に優れた熱可塑性樹脂である。最近、これらを熱硬化性に変性して耐溶剤性と耐熱性とを向上させて積層板用プリプレグに用いることが試みられている。積層板用プリプレグとは、多層配線板などの

積層回路を形成すべくPPEフィルムの両面に銅箔を回路形状に施し、積層化されたものである。PPEで隔てられた隣接する各層間の接続は、PPEフィルムにビアホールあるいはスルーホールと呼ばれる貫通穴を開け、その中を導電化処理することで表裏の回路間を接続する方法によって行われている。

【0010】このようなビアホールの穴開け加工は、任意の方法で行われ、例えば炭酸ガスレーザー、エキシマレーザー、YAGレーザー等などによるレーザー穴開けによって行われる。特に、特開平11-342492号公報等に記載されているように微細加工性、処理高速化及び加工制御に有利な炭酸ガスレーザーが使われることが多い。

【0011】ビアホールの穴開け加工後の孔周辺には、穴開け不十分による樹脂残渣や、ビアホールの壁面に炭化した樹脂が残渣として残り、その後の銅メッキ時の接着性を著しく低下させたり、その部分の組成変化や脆化による剥離等が生じることがある。そのため、炭酸ガスレーザー照射後、銅箔の両表面を平均的に機械研磨あるいは、薬液でエッチングし、同時にバリ除去する必要がある。このような除去方法は、工程が複雑となり、より簡易な除去方法の開発が望まれていた。

【0012】このようなアッシングや残渣除去に、従来からプラズマを用いて処理する方法が、手広く用いられている。これらの従来のプラズマ発生法は、真空中でプラズマを形成するため、真空装置が必須となり、それに伴い被処理体を処理空間へ移送する手法が複雑化し、プラズマ処理装置が大型、高価となる。そのため、単位時間で処理可能な数量が制限され、生産性が低く、処理コストが高価になるという課題があった。

【0013】これを解決する手段としては、ヘリウムを用いた大気圧プラズマを用いたアッシング等も提案されてきた（例えば、特開平7-99182号公報）。ところが、ヘリウムガスは自然界での存在量が極めて少なく高価である。また、安定的な放電のため、高い割合でヘリウムを使用する必要から、反応に必要な酸素系ガスの添加割合が少なく十分なアッシング速度効率が得られていない。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記に鑑み、半導体製造工程におけるアッシング処理において、大気圧条件下で安定した放電状態を実現させることができ、簡便な装置かつ、少量の処理ガスで処理の可能な放電プラズマ処理を用いて、アッシングをすることができる方法及びその装置を提供する。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記課題を解決すべく鋭意研究した結果、大気圧条件下で安定した放電状態を実現させることができる放電プラズマ処理方法により、簡便にアッシングを行うことができることを

見出し、本発明を完成させた。

【0016】すなわち、本発明の第1の発明は、プラズマ処理による半導体製造工程におけるアッシング処理において、大気圧近傍の圧力下、対向する一対の電極の少なくとも一方の対向面に固体誘電体を設置し、当該一対の電極間に処理ガスを導入してパルス状の電界を印加することにより得られる放電プラズマによって被処理基材をアッシングすることを特徴とする半導体素子の処理方法である。

【0017】また、本発明の第2の発明は、固体誘電体が、多数のガス吹き出し孔を有する容器であることを特徴とする第1の発明に記載の半導体素子の処理方法である。

【0018】また、本発明の第2の発明は、固体誘電体が、ガン型の容器であることを特徴とする第1の発明に記載の半導体素子の処理方法である。

【0019】また、本発明の第4の発明は、処理ガスが、4体積%以上の酸素含有ガスを含むものであることを特徴とする第1～3のいずれかの発明に記載の半導体素子の処理方法である。

【0020】また、本発明の第5の発明は、立ち上がり時間と立ち下がり時間とが $40\text{ ns} \sim 100\text{ }\mu\text{s}$ 、正電位による電界強度が 50 kV/cm 以下、負電位による電界強度が 50 kV/cm 以下であって、かつ、電圧波高値が 0.5 kV/cm 以上であるパルス状の電界を印加することを特徴とする第1～4のいずれかの発明に記載の半導体素子の処理方法である。

【0021】また、本発明の第6の発明は、アッシング処理が、レーザーにより穴開け加工をした積層板用ブリブプレグに対するプラズマ処理であって、レーザー加工後のビアホール内の残滓の除去処理であることを特徴とする第1～5のいずれかの発明に記載の半導体素子の処理方法である。

【0022】また、本発明の第7の発明は、アッシング処理後に残滓をエアブローにより除去する機構を付加することを特徴とする第1～6のいずれかの発明に記載の半導体素子の処理方法である。

【0023】また、本発明の第8の発明は、アッシング処理後に残滓を粘着ロールにより除去する機構を付加することを特徴とする第1～6のいずれかの発明に記載の半導体素子の処理方法である。

【0024】また、本発明の第9の発明は、第6～8のいずれかの発明に記載の半導体素子の処理方法によって処理されたことを特徴とするレーザーによりビアホール加工された積層板用ブリブプレグである。

【0025】また、本発明の第10の発明は、プラズマ処理による半導体製造工程におけるアッシング処理装置において、少なくとも一方の対向面に固体誘電体が設置された一対の対向電極と、当該一対の対向電極間に処理ガスを導入する機構、該電極間にパルス状の電界を印加

する機構、該パルス電界により得られるプラズマを被処理基材に接触させる機構を備えてなることを特徴とする半導体素子のアッシング処理用放電プラズマ処理装置である。

【0026】また、本発明の第11の発明は、プラズマを基材に接触させる機構が、ガス吹き出し口ノズルを有する固体誘電体を通して対向電極間で発生したプラズマを被処理基材に向かって導くようになされていることを特徴とする第10の発明に記載の半導体素子のアッシング処理用放電プラズマ処理装置である。

【0027】また、本発明の第12の発明は、対向電極の少なくとも一方の対向面に固体誘電体を設置し、一の電極と該固体誘電体との間又は該固体誘電体同士の間被処理基材を配置し、当該電極間に、立ち上がり時間及び立ち下がり時間が $40\text{ ns} \sim 100\text{ }\mu\text{s}$ であり、かつ、正電位による電界強度が 50 kV/cm 以下、負電位による電界強度が 50 kV/cm 以下であって、かつ、電圧波高値が 0.5 kV/cm 以上であるパルス状の電界を印加するようになされていることを特徴とする半導体素子のアッシング処理用放電プラズマ処理装置である。

【0028】また、本発明の第13の発明は、ガス吹き出し口を備えた固体誘電体容器が配設された一の電極、及び、当該ガス吹き出し口に対向して設けられた他の電極を有し、当該ガス吹き出し口から処理ガスを連続的に排出させるようになされており、当該一の電極と当該他の電極との間に、立ち上がり時間及び立ち下がり時間が $40\text{ ns} \sim 100\text{ }\mu\text{s}$ であり、かつ、正電位による電界強度が 50 kV/cm 以下、負電位による電界強度が 50 kV/cm 以下であって、かつ、電圧波高値が 0.5 kV/cm 以上であるパルス状の電界を印加するようになされていることを特徴とする半導体素子のアッシング処理用放電プラズマ処理装置である。

【0029】また、本発明の第14の発明は、アッシング処理後に残滓をエアブローにより除去する機構を付加したことを特徴とする第10～13のいずれかの発明に記載の半導体素子のアッシング処理用放電プラズマ処理装置である。

【0030】また、本発明の第15の発明は、アッシング処理後に残滓を粘着ロールにより除去する機構を付加した特徴とする第10～13のいずれかの発明に記載の半導体素子のアッシング処理用放電プラズマ処理装置である。

【0031】

【発明の実施の形態】本発明は、プラズマ処理による半導体製造工程におけるアッシング処理において、大気圧近傍の圧力下、対向する一対の電極の少なくとも一方の対向面に固体誘電体を設置し、当該一対の電極間に、処理ガスを導入し、該電極間にパルス状の電界を印加することにより得られる放電プラズマを被処理基材に接触さ

せてアッシングすることを特徴とする半導体素子の処理方法及び装置である。以下に詳細に本発明を説明する。

【0032】上記電極としては、銅、アルミニウム等の金属単体、ステンレス、真鍮等の合金、金属間化合物等からなるものが挙げられる。電極の形状としては、特に限定されないが、電界集中によるアーク放電の発生を避けるために、対向電極間の距離が一定となる構造であることが好ましい。この条件を満たす電極構造としては、例えば、平行平板型、円筒対向平板型、球対向平板型、双曲対向平板型、同軸円筒型構造等が挙げられる。

【0033】また、略一定構造以外では、円筒対向円筒型で円筒曲率の大きなものもアーク放電の原因となる電界集中の度合いが小さいので対向電極として用いることができる。曲率は少なくとも半径20mm以上が好ましい。固体誘電体の誘電率にもよるが、それ以下の曲率では、電界集中によるアーク放電が集中しやすい。それぞれの曲率がこれ以上であれば、対向する電極の曲率が異なっても良い。曲率は大きいほど近似的に平板に近づくため、より安定した放電が得られるので、より好ましくは半径40mm以上である。

【0034】さらに、プラズマを発生させる電極は、一対のうち少なくとも一方に固体誘電体が配置されていれば良く、一対の電極は、短絡に至らない適切な距離をあげた状態で対向してもよく、直交してもよい。

【0035】上記固体誘電体は、電極の対向面的一方又は双方に設置する。この際、固体誘電体と接地される側の電極が密着し、かつ、接する電極の対向面を完全に覆うようにする。固体誘電体によって覆われずに電極同士が直接対向する部位があると、そこからアーク放電が生じやすい。

【0036】上記固体誘電体の形状は、シート状でもフィルム状でもよく、厚みが0.01～4mmであることが好ましい。厚すぎると放電プラズマを発生するのに高電圧を要することがあり、薄すぎると電圧印加時に絶縁破壊が起こり、アーク放電が発生することがある。また、固体誘電体の形状として、容器型のものも用いることができる。

【0037】固体誘電体の材質としては、例えば、ポリテトラフルオロエチレン、ポリエチレンテレフタレート等のプラスチック、ガラス、二酸化珪素、酸化アルミニウム、二酸化ジルコニウム、二酸化チタン等の金属酸化物、チタン酸バリウム等の複酸化物等が挙げられる。

【0038】特に、25℃環境下における比誘電率が10以上のものである固体誘電体を用いれば、低電圧で高密度の放電プラズマを発生させることができ、処理効率が向上する。比誘電率の上限は特に限定されるものではないが、現実の材料では18,500程度のものが入手可能であり、本発明に使用出来る。特に好ましくは比誘電率が10～100の固体誘電体である。上記比誘電率が10以上である固体誘電体の具体例としては、二酸化

ジルコニウム、二酸化チタン等の金属酸化物、チタン酸バリウム等の複酸化物を挙げることが出来る。

【0039】チタン酸化合物は強誘電体として知られている。その結晶構造により比誘電率が異なり、 TiO_2 単体のルチル型結晶構造で比誘電率80程度である。Ba、Sr、Pb、Ca、Mg、Zr等の金属の酸化物と TiO_2 との化合物では比誘電率が約2,000～18,500であり、純度や結晶性によって変化させることが出来る。

【0040】一方、上記 TiO_2 単独の場合は、加熱による組成変化が激しいため使用環境が制限されたり、特殊な皮膜形成方法によらないと固有抵抗値が適当な皮膜が得られず放電状態が不安定になる等の不具合がある。このため TiO_2 単独よりも Al_2O_3 を含有させて用いた方がよい。 TiO_2 と Al_2O_3 の混合物は、熱的にも安定であるため実用上も好適である。好ましくは、酸化チタン5～50重量%、酸化アルミニウム50～95重量%で混合された金属酸化物被膜である。酸化アルミニウムの割合が50重量%未満であると、アーク放電が発生し易く、95重量%を超えると放電プラズマ発生に高い印加電圧が必要となることがある。このような皮膜は、比誘電率が10～14程度、固有抵抗が 10^{10} 程度となり、固体誘電体の材質として好適である。

【0041】又、上記酸化ジルコニウムは、単独の場合、比誘電率は約12程度であり、低い電圧で放電プラズマを発生させるのに有利である。通常、酸化ジルコニウムは酸化イットリウム(Y_2O_3)、炭酸カルシウム($CaCO_3$)、酸化マグネシウム(MgO)等を30重量%以内で添加して、結晶変態による膨張、収縮を防止し安定化されており、本発明においてもこれらを用いることが出来る。比誘電率は、添加物の種類や金属酸化物の結晶性によって決定される。本発明においては、酸化ジルコニウムが少なくとも70重量%含有されたものが好ましい。例えば、酸化イットリウムが4～20重量%添加された酸化ジルコニウム被膜は比誘電率が8～16程度となり、本発明の固体誘電体として好適である。

【0042】上記電極間の距離は、固体誘電体の厚さ、印加電圧の大きさ、プラズマを利用する目的等を考慮して適宜決定されるが、1～50mmであることが好ましい。1mm未満では、電極間の間隔を置いて設置するのに充分でないことがあり、一方、50mmを超えると、均一な放電プラズマを発生させるににくい。

【0043】プラズマを被処理基材に接触させる手段としては、例えば、(1)対向する電極間で発生するプラズマの放電空間内に被処理基材を配置して、被処理基材にプラズマを接触させる方法、及び(2)対向する電極間で発生させたプラズマを放電空間の外に配置された被処理基材に向かって導くようにして接触させる方法(ガン型)がある。

【0044】上記(1)の具体的方法としては、固体誘

電体で被覆された平行平板型電極間に被処理基材を配置し、プラズマと接触させる方法であって、多数の穴を有する上部電極を用い、シャワー状プラズマで処理する方法、フィルム状基材を放電空間内を走行させる方法、一方の電極に吹き出し口ノズルを有する容器状固体誘電体を設け、該ノズルからプラズマを他の電極上に配置した被処理基材に吹き付ける方法等が挙げられる。

【0045】また、上記（2）の具体的方法としては、固体誘電体が延長されてプラズマ誘導ノズルを形成しており、放電空間の外に配置された被処理基材に向けて吹き付ける方法等が挙げられ、平行平板型電極と長尺型ノズル、同軸円筒型電極と円筒型ノズルの組み合わせを用いることができる。なお、ノズル先端の材質は、必ずしも上記の固体誘電体である必要がなく、上記電極と絶縁がとれていれば金属等でもかまわない。

【0046】上記（1）の方法の具体例を図で説明する。図1は、固体誘電体4で被覆された平行平板型電極間2及び3に被処理基材14を配置し、プラズマと接触させる方法であって、多数の穴を有する上部電極2を用い、ガス導入口7から導入された処理ガスのシャワー状プラズマで処理する方法の一例を示す図である。

【0047】図2は、フィルム状被処理基材を処理する装置の一例を示す図である。固体誘電体4で被覆された平行平板型電極間2及び3にフィルム状の被処理基材14を送り出しロール15及び巻き取りロール16を用いて走行させ、処理ガスは7から放電空間9に導入されプラズマを発生し、フィルム状被処理基材14表面を処理して10から排出される。

【0048】図3は、容器状固体誘電体を用いる処理装置の一例を示す図である。図中、1は電源、2及び3は電極、4は固体誘電体容器、5はガス吹き出し口、7は処理ガス導入口、8は電極を連結する治具、14は被処理基材をそれぞれ表す。

【0049】本発明においては、固体誘電体容器4に処理ガスが導入された状態で、電極2と電極3との間に電界を印加することによって固体誘電体容器4内部で放電プラズマを発生させる。固体誘電体容器4内部の気体は、ガス吹き出し口5から被処理基材14に向けて吹き出され、プラズマ状態に励起された処理ガスの成分が被処理基材14の表面に接触してその表面をアッシングする。よって、固体誘電体容器4と被処理基材14との相対位置を変化させて、被処理基材の処理位置を変えることが出来、簡便な装置、かつ、少量の処理ガスにより、大面積基材の処理や、部分指定処理が可能となる。

【0050】上記電極2の中心部から固体誘電体容器4の内部、ガス吹き出し口5の中心部を通り電極3に到る距離は、固体誘電体容器4の肉厚や材質、被処理基材14の肉厚や材質、印加電圧の大きさ等により適宜決定されるが、好ましくは、0.5～30mmである。30mmを超えると、高電圧が必要になり、放電状態がアーク

放電に移行しやすくなり、均一な表面処理がしにくくなる。

【0051】本発明で使用する固体誘電体容器4の形状としては特に限定されず、例えば、方形、円筒状、球状等が挙げられる。

【0052】上記固体誘電体容器4は、電極2が配設されており、図4及び5は、電極2と固体誘電体容器4との配設の例を示す図である。固体誘電体容器4が方形の場合には、ガス吹き出し口5が設けられている面以外の面に電極2を配設してもよい。電極2が配設される固体誘電体容器4の面の肉厚としては、0.03～30mmが好ましい。0.03mm未満であると、高電圧印加時に絶縁破壊が起こりアーク放電が生じやすい。

【0053】上記固体誘電体容器4は、ガス導入口7とガス吹き出し口5とを備えるものであり、ガス吹き出し口5の形状としては特に限定されず、例えば、スリット状のもの、多数の孔からなるもの、固体誘電体容器が形成する突端状のもの等が挙げられる。図6、7及び8は、ガス吹き出し口5の例を示す図である。これらの内、多数のガス吹き出し孔を有する容器及びガン型の容器が好ましい。また、本発明の固体誘電体容器は、図3に示すガス導入口を備えた形態以外に、固体誘電体容器自身がガス貯蔵能を有するものであってもよい。

【0054】図3の治具8は、電極3とガス吹き出し口5との間隔を自在に変更することができるものである。治具8により、例えば、基材14が大面積シート状物である場合、電極3とガス吹き出し口5との間隔を一定に保持しながら連続的に移動して表面処理することができ、基材14が成形体である場合、他の電極3とガス吹き出し口5との間隔を自在に変更して連続的な表面処理、部分的な表面処理等を行うことができる。ただし、ガス吹き出し口5と被処理基材14との間の間隔が長すぎると、空気と接触する確率が高くなり処理効率が落ちることがあるので注意を要する。

【0055】上記（2）の方法の対向する電極間で発生させたプラズマを放電空間の外に配置された被処理基材に向かって導くようにして接触させる方法（ガン型）を図で説明する。

【0056】図9は、ガス吹き出し口を供えた円筒状固体誘電体を用いてプラズマガスを被処理基材に吹き付ける装置と、ガス吹き出し口ノズルの周囲に設けられたドーナツ状のガス吸引口を設けた装置と、被処理基材の搬送機構を備えた装置の一例を示す図である。1は電極、2は外側電極、3は内側電極、4は固体誘電体、5はガス吹き出し口、7は処理ガス導入口、10は排気ガス筒、14は被処理基材、41～43は搬送ベルトをそれぞれ表す。例えば、処理ガスは、白抜き矢印の方向にガス導入口7から筒状の固体誘電体容器内に導入され、筒状固体誘電体容器の外側に配設された電極2と筒状固体誘電体容器内部に配置された内側電極3との間にパルス

電界を印加することによって、プラズマとしてガス吹き出し口5から吹き出される。一方、被処理基材14は、最初は搬入ベルト41により運ばれ、次に処理ベルト42によりガス吹き出し口に運ばれ、処理され、次いで搬出ベルト43で運び出されるという3工程の搬送工程からなっている。処理済みのガスは、排気ガス筒10より、処理後の有機物と共に除去され被処理基材に再付着して汚染することがない。搬送ベルトは、送りスピードを任意に調整できるものを用いることにより処理の程度を変更でき、さらに冷却又は加熱機構を付加することもできる。また、筒状固体誘電体からなるノズル体は、必要に応じて、電極間に電圧印加後、予備放電を行い、プラズマが安定するまで被処理基材の外側で待機させるノズル待機機構を具備せることもできるし、X-Y-Z移動機構を具備させて被処理基材上を掃引させることもできる。

【0057】図10は、平行平板型長尺ノズルによりプラズマガスを被処理基材に吹き付ける装置と、ガス吹き出し口ノズルの周囲に設けられたガス吸引口を設けた装置と、被処理基材の搬送機構を備えた装置の一例を示す図である。1は電源、2及び3は電極、4は固体誘電体、5はガス吹き出し口、7は処理ガス導入口、9は放電空間、10は排気ガス筒、14は被処理基材、42は搬送ベルトをそれぞれ表す。例えば、処理ガスは、矢印の方向にガス導入口7からの放電空間9に導入され、電極2と電極3との間にパルス電界を印加することによって、プラズマとしてガス吹き出し口5から吹き出される。一方、被処理基材14は、ベルト42によりガス吹き出し口に運ばれ、処理される。処理済みのガスは、排気ガス筒10より、処理後の有機物と共に除去され、被処理基材に再付着して汚染することがない。搬送ベルト42は、送りスピードを任意に調整できるものを用いることにより処理の程度を変更でき、さらに冷却又は加熱機構を付加することもできる。また、ノズル体は、必要に応じて、電極間に電圧印加後、予備放電を行い、プラズマが安定するまで被処理基材の外側で待機させるノズル待機機構を具備せることもできるし、X-Y-Z移動機構を具備させて被処理基材上を掃引させることもできる。

【0058】以上の特徴から、本発明は、半導体素子のドライエッチングや被処理基材の表面に存在する有機汚染物等のクリーニング、レジストの剥離、有機フィルムの密着性の改善、金属酸化物の還元、表面改質などに用いることができる。特に本発明は、レーザー加工後の残渣を常圧プラズマ処理することで除去するのに有効である。

【0059】本発明のアッシング処理における処理ガスとしては、アッシングの燃焼現象を進行させるため、酸素ラジカルを発生させるガスを用いる。酸化反応に寄与するラジカルとしては、例えば、酸素分子、励起酸素分

子、酸素分子イオン、酸素原子、酸素原子イオン、励起オゾン分子、オゾン分子イオン等が挙げられる。これらの発生源としては、含酸素ガスであれば良く、酸素の他に一酸化炭素、二酸化炭素、空気、水蒸気等も用いることができる。プラズマ中に上記のような酸素を含有するガスを導入すると、非常に活性で酸化力の強いラジカルが発生し、レジストの除去等で知られるアッシングのような酸化処理による不要樹脂の除去に特に有効である。

【0060】経済性及び安全性の観点から、上記処理ガスが不活性ガスによって希釈された雰囲気中で処理を行うことが好ましい。不活性ガスとしては、例えば、ネオン、アルゴン、キセノン等の希ガス、窒素気体等が挙げられる。これらは単独でも2種以上を混合して用いてもよい。従来、大気圧近傍の圧力下においては、ヘリウムの存在下の処理が行われてきたが、本発明のパルス化された電界を印加する方法によれば、ヘリウムに比較して安価なアルゴン、窒素気体中における安定した処理が可能である。

【0061】処理ガスの含酸素ガスと不活性ガスとの混合比は、使用する不活性ガスの種類により適宜決定される。パルス電界を印加する場合は、任意の混合比の雰囲気下で処理が可能であるが、処理ガスの濃度が高すぎると放電プラズマが発生し難くなるため、処理ガスの濃度が、処理ガスと不活性ガスとの混合ガス中で4体積%以上であることが好ましく、より好ましくは5～8体積%である。

【0062】本発明のパルス電界を用いた大気圧放電では、全くガス種に依存せず、電極間において直接大気圧に放電を生じせしめることが可能であり、より単純化された電極構造、放電手順による大気圧プラズマ装置、及び処理手法でかつ高速処理を実現することができる。また、パルス周波数、電圧、電極間隔等のパラメータによりクリーニングレート等の処理パラメータも調整できる。

【0063】本発明においては、処理ガスを連続的に排出させ、複数種類の処理ガスを組み合わせて用いたり、処理ガスを不活性ガスで希釈して用いる場合、それぞれのガスは、一般のガス流量制御器を介して混合され、ガス導入口から固体誘電体容器内に供給され、これらの混合ガスがガス吹き出し口から排出されるようになされている装置が好ましい。

【0064】上記処理ガス（不活性ガスで希釈して用いる場合は、処理ガスと不活性ガスの混合ガスを指す。以下同じ。）の供給量及び吹き出し流速は、ガス吹き出し口の断面積、基材とガス吹き出し口との間の距離等により適宜決定される。例えば、ガス吹き出し口の断面積が 100 mm^2 である場合には、処理ガスの供給量としては、流量 5 SLM が好ましく、処理ガスの吹き出し流速としては、流速 830 mm/sec が好ましい。処理ガスの供給量を増加させる場合には、それに比例して処理

ガスの吹き出し流速が増加し、表面処理に要する時間が短縮される。

【0065】本発明の放電プラズマ処理方法を行う圧力条件としては特に限定されず、大気圧近傍の圧力下における処理が可能である。上記大気圧近傍の圧力下とは、 $1.333 \times 10^4 \sim 10.664 \times 10^4$ Paの圧力下を指す。中でも、圧力調整が容易で、装置が簡便になる $9.331 \times 10^4 \sim 10.397 \times 10^4$ Paの範囲が好ましい。放電プラズマ処理に要する時間は、印加電圧の大きさや、被処理基材、混合ガス配合等によって適宜決定される。

【0066】以下、本発明のパルス電界について説明する。図11にパルス電圧波形の例を示す。波形(a)、(b)はインパルス型、波形(c)はパルス型、波形(d)は変調型の波形である。図11には電圧印加が正負の繰り返しであるものを挙げたが、正又は負のいずれかの極性側に電圧を印加するタイプのパルスを用いてもよい。また、直流が重畳されたパルス電界を印加してもよい。本発明におけるパルス電界の波形は、ここで挙げた波形に限定されず、さらに、パルス波形、立ち上がり時間、周波数の異なるパルスを用いて変調を行ってもよい。上記のような変調は高速連続表面処理を行うのに適している。

【0067】上記パルス電界の立ち上がり時間及び立ち下がり時間は、 $40\text{ ns} \sim 100\text{ }\mu\text{s}$ が好ましい。 $100\text{ }\mu\text{s}$ を超えると放電状態がアークに移行しやすく不安定なものとなり、安定した放電状態を実現しにくい。また、立ち上がり時間及び立ち下がり時間が短いほどプラズマ発生の際のガスの電離が効率よく行われるが、 40 ns 未満では設備上現実的でない。より好ましくは $50\text{ ns} \sim 5\text{ }\mu\text{s}$ である。なお、ここでいう立ち上がり時間とは、電圧変化が連続して正である時間、立ち下がり時間とは、電圧変化が連続して負である時間を指すものとする。

【0068】上記パルス電界の電界強度は、正電位による電界強度が 50 kV/cm 以下、負電位による電界強度が 50 kV/cm 以下であって、かつ、電圧波高値が 0.5 kV/cm 以上であることが好ましい。 50 kV/cm を超えるとアーク放電が発生しやすくなる。また、電圧波高値が 0.5 kV/cm 未満であると、ガス種によっては放電が生じないことがある。

【0069】上記パルス電界の周波数は、 $1 \sim 100\text{ kHz}$ であることが好ましい。 1 kHz 未満であると処理に時間がかかりすぎ、 100 kHz を超えるとアーク放電が発生しやすくなる。また、ひとつのパルス電界が印加される時間は、 $1 \sim 1000\text{ }\mu\text{s}$ であることが好ましい。 $1\text{ }\mu\text{s}$ 未満であると放電が不安定なものとなり、 $1000\text{ }\mu\text{s}$ を超えるとアーク放電に移行しやすくなる。より好ましくは、 $3 \sim 200\text{ }\mu\text{s}$ である。上記ひとつのパルス電界が印加される時間とは、図11中に例を示し

てあるが、ON、OFFの繰り返しからなるパルス電界における、ひとつのパルスの連続するON時間を言う。

【0070】本発明の放電プラズマによりアッシング処理された被処理基材は、例えば、ビアホールの開け加工後の孔周辺には、樹脂残渣や炭化した樹脂の残渣は、従来法よりは、少ないものの完全に除去されない場合がある。したがって、上記アッシング処理後の被処理基材を、さらにエアブロー又は粘着ロールにより完全に残渣は除去する2次処理機構を付加した方法、装置が好ましい。

【0071】エアブローによる機構としては、例えば、図12にその一例を示す。図12において、アッシング処理装置で処理された被処理基材14は、搬送ロール33及び34でエアブロー装置30内を移動させ、エアブロー装置30内の複数のガス吹き出しノズル31により、被処理基材の両面または片面にガスを吹きつけ、被処理基材表面に残っている残渣を吹き飛ばし、吸引ガス口32より排出させる。

【0072】ここで、被処理基材に吹きつけるガスとしては、通常の空気でもよく、イオン化されたガスを用いれば、除電効果が付与され、特に好ましい。また、ガスを流すパターンは、基材に付着している残渣の量にもよるが、連続的に流す方法、例えば、上面又は下面に 0.5 秒毎に交互に流す方法等を採用することができる。

【0073】粘着ロールによる機構としては、アッシング処理装置において処理された被処理基材を通常の粘着ロール間を通過させる方法を用いることができる。

【0074】

【実施例】本発明を実施例に基づいてさらに詳細に説明するが、本発明はこれら実施例のみに限定されるものではない。

【0075】実施例1

図1に示した常圧プラズマ装置を用い、下記の処理条件で 10 cm 角のガラス基板上にコートしたレジスト膜をアッシングした。上部電極2の電極面積は $10\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ であり、下部電極3の電極面積は $15\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ で、上部電極と下部電極との間の距離は 2 mm 、固体誘電体は 1.5 mm 厚のアルミナ系誘電体である。レジスト膜は、ポジ型レジスト（東京応化社製OFPR-800）をスピンコート後、 80°C で、 20 分加熱した後、マスクをかけ、 365 nm の真空紫外光を 20 秒露光したのち現像、水洗し、 130°C で 50 分焼成したもので、厚みは $1.8\text{ }\mu\text{m}$ を用いた。

【0076】プラズマ処理条件

処理ガス：酸素2SLM+アルゴン8SLMの混合ガス
放電条件：波形a、立ち上がり/立ち下がり時間 $5\text{ }\mu\text{s}$ 、波高値 14 kV_{pp} 、周波数 10 kHz 、処理時間 30 秒；発生したプラズマは、アーク柱のみられない均一な放電であった。

【0077】処理効果が分かるようレジスト膜上に 1 m

m厚のテフロン（登録商標）板を乗せ、プラズマ処理の影を作った。プラズマ照射部分は、レジストが灰化して除去された。アッシング速度は、 3600 nm/min と見積もられた。

【0078】実施例2

図13に示したガン型常圧プラズマ装置を用い、下記の処理条件で実施例1で用いたレジスト膜を処理した。図13において、1は電源を示し、2は上部電極で電極面積は $3\text{ cm}\times 10\text{ cm}$ であり、3は下部電極で電極面積は $15\text{ cm}\times 30\text{ cm}$ で、4は固体誘電体容器で 1.5 mm 厚のアルミナ系誘電体であり、固体誘電体のプラズマガス吹き出し口は 1 mm のスリット状であり、プラズマガス吹き出し口と下部電極間の距離は 2 mm である。

【0079】プラズマ処理条件

処理ガス：酸素3SLM+アルゴン12SLMの混合ガス

放電条件：波形a、立ち上がり／立ち下がり時間 $5\text{ }\mu\text{ s}$ 、波高値 14 kV_{pp} 、周波数 10 KHz 、処理時間30秒；発生したプラズマは、アーク柱のみられない均一な放電であった。

【0080】処理効果が分かるようレジスト膜上に 1 mm 厚のテフロン板を乗せ、プラズマ処理の影を作った。プラズマ照射部分は、レジスト膜が 1.2 mm 幅で灰化され、除去された。アッシング速度は、 3600 nm/min と見積もられた。

【0081】実施例3

図2に示した常圧プラズマ装置を用い、下記の処理条件で炭酸ガスレーザーにてビアホールを開けた後のPET製保護フィルム付きPPE樹脂フィルムを走行させながら酸素プラズマ処理を行った。図2において、1は電源を示し、2は上部電極で上部電極面積は $10\text{ cm}\times 20\text{ cm}$ であり、3は下部電極で電極面積は $15\text{ cm}\times 30\text{ cm}$ で、上部電極と下部電極との間の距離は 2 mm 、4は固体誘電体で 1.5 mm 厚のアルミナ系誘電体である。なお、処理されるPPE樹脂フィルムの構成を図14に示す。図14において、21はPPEフィルムであり、22はPET製保護フィルムであり、20はビアホールであり、23はレーザー加工により生じた残渣を示す。

【0082】プラズマ処理条件

処理ガス：酸素2SLM+アルゴン8SLMの混合ガス
放電条件：波形a、立ち上がり／立ち下がり時間 $5\text{ }\mu\text{ s}$ 、波高値 16 kV_{pp} 、周波数 10 KHz 、処理時間30秒；発生したプラズマはアーク柱の見られない均一な放電であった。

フィルム走行速度： 2 m/分

【0083】プラズマ照射部分の処理効果についてビアホール中の残渣の様子を実体顕微鏡で確認したところ、ビアホール周辺及び内部の残渣は除去されていることが観察された。

【0084】実施例4

図8に示したガン型の常圧プラズマ装置を用いて、実施例3で用いた基材を下記の条件で処理した。図8において、アルミナ誘電体4は、 0.2 mm 厚であり、プラズマガス吹き出し口5の孔径は、 $100\text{ }\mu\text{ m}$ であり、プラズマガス吹き出し口5から設置電極間隔は、 1 mm である。

【0085】プラズマ処理条件

処理ガス：酸素 20 sccm +アルゴン 80 sccm の混合ガス

放電条件：波形a、立ち上がり／立ち下がり時間 $5\text{ }\mu\text{ s}$ 、波高値 10 kV_{pp} 、周波数 10 KHz 、ガン移動速度 1 mm/sec ；発生したプラズマはアーク柱の見られない均一な放電であった。

フィルム走行速度： 2 m/分

【0086】プラズマ照射部分の処理効果についてビアホール中の残渣の様子を実体顕微鏡で確認したところ、ビアホール周辺及び内部の残渣は除去されていることが観察された。本方式では、一度の処理可能範囲は小さいが、処理箇所の選択性が高いところに特徴がある。

【0087】実施例5

実施例4でアッシング処理したPPE樹脂フィルムを図12に示すエアブロー装置で処理した。図12において、ノズル吹き出し口の形状が 1 mm スリット幅 $\times 500\text{ mm}$ 長さのノズル4基をフィルム両面に吹きつけるように配置し、空気を 250 NL/1基/min で連続的に流し、排ガスを排気しフィルム表面の残渣を完全に除去した。

【0088】比較例1

図15の装置を用い、容器を密閉して真空排気後、処理ガスとして、酸素5%+アルゴン95%からなる混合ガスを 100 sccm 導入しながら 27 Pa になるように圧力調整したのち、パルス電界の代わりに周波数 12.2 kHz のsin波形の電圧を印加し、5分間、実施例1で用いたレジスト膜の表面処理を行った。得られたレジスト膜の表面を走査型電子顕微鏡の断面観察から測定したところ、約 500 nm アッシングが進んでおり、アッシング速度は約 100 nm/min と見積もられた。

【0089】比較例2

図1の装置を用い、ガス条件は、実施例1と同様にし、パルス電界の代わりに周波数 12.2 kHz のsin波形を印加して、放電発生を試みたところ、電圧印加直後にアーク放電が発生してガラス基板が割れた。

【0090】比較例3

図16の装置を用い、容器を密閉して真空排気後、処理ガスとして、酸素5%+アルゴン95%からなる混合ガスを 100 sccm 導入しながら 27 Pa になるように圧力調整したのち、パルス電界の代わりに周波数 12.2 kHz のsin波形の電圧を印加し、5分間、実施例3で用いたビアホール処理後のPPE樹脂フィルムを処

理した。得られたPPE樹脂フィルムのビアホール中の残渣には外観変化が見られなかった。

【0091】比較例4

図2の装置を用い、ガス条件は、実施例3と同様にし、パルス電界の代わりに周波数12、2kHzのsin波形を印加して、放電発生を試みたところ、電圧印加直後にアーク放電が発生してPPEフィルムが溶けた。

【0092】

【発明の効果】本発明によれば、半導体製造工程で用いられるアッシング、プラズマ洗浄等の処理装置を簡便な装置構成で実現でき、かつ処理をインライン化及び高速化することも可能である。これにより、処理時間の短縮化、コスト低下が可能になる。特に、ガン型の処理装置では、プラズマ照射部分を走査することで、大型の被処理基材のアッシング、局所部分アッシング、複雑形状への対応等も可能となるので、従来では不可能あるいは困難であった様々な用途への展開が可能となる。

【0093】また、積層板用プリプレグ等に使われる回路基板用樹脂にレーザー加工した後の残渣除去を高速で行うことができる。残渣が無くなることで、ビルドアップ基板の信頼性がより高くなり、歩留まり向上に寄与できる。また、本発明の方法は、大気圧下での実施が可能であるので、容易にインライン化でき、本発明の方法を用いることにより処理工程全体の速度低下を防ぐことができる。

【0094】さらに、本発明のプラズマによるアッシング処理装置にアッシング処理後の基材をエアブロー処理又は粘着ロール処理する機構を付加することにより基材上の残渣を完全に除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の放電プラズマ処理装置の例を示す図である。

【図2】本発明の放電プラズマ処理装置の例を示す図である。

【図3】放電プラズマ処理装置の固体誘電体容器と電極との配設の一例図である。

【図4】放電プラズマ処理装置の固体誘電体容器と電極との配設の一例図である。

【図5】放電プラズマ処理装置の固体誘電体容器と電極との配設の一例図である。

【図6】放電プラズマ処理装置のガス吹き出し口の一

例図である。

【図7】放電プラズマ処理装置のガス吹き出し口の一例図である。

【図8】放電プラズマ処理装置のガス吹き出し口の一例図である。

【図9】本発明の放電プラズマ処理装置の例を示す図である。

【図10】本発明の放電プラズマ処理装置の例を示す図である。

【図11】本発明のパルス電界の例を示す電圧波形の図である。

【図12】エアブロー装置の一例図である。

【図13】実施例で用いた放電プラズマ処理装置の図である。

【図14】ビアホール加工後のフィルムの断面図である。

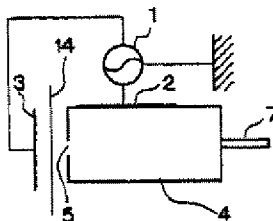
【図15】比較例で用いたプラズマ処理装置の図である。

【図16】比較例で用いたプラズマ処理装置の図である。

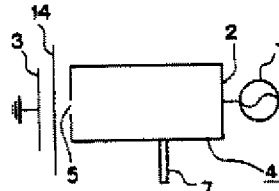
【符号の説明】

- 1 電源（高電圧パルス電源）
- 2、3 電極
- 4 固体誘電体
- 5 ガス吹き出し口
- 7 ガス導入口
- 8 治具
- 9 放電空間
- 10 ガス排気筒
- 14 被処理基材
- 15 送りロール
- 16 巻き取りロール
- 20 ビアホール
- 21 PPEフィルム
- 22 PET保護フィルム
- 23 残渣
- 30 エアブロー装置
- 31 ノズル
- 32 吸引口
- 33、34 ロール
- 41、42、43 搬送ベルト

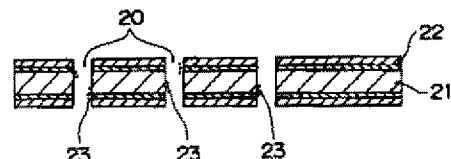
【図4】



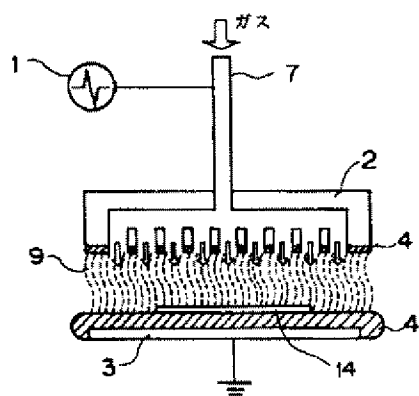
【図5】



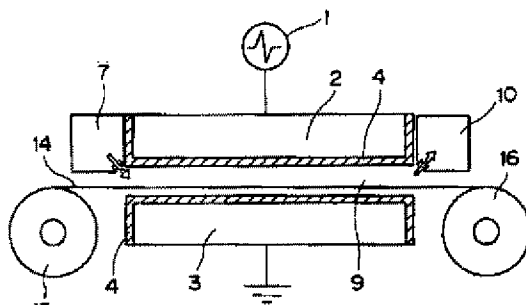
【図14】



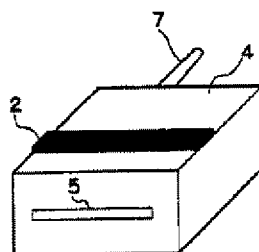
【図1】



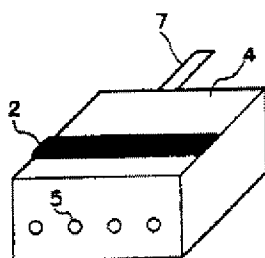
【図2】



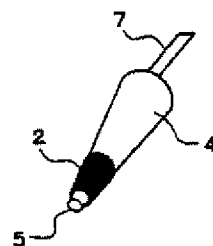
【図6】



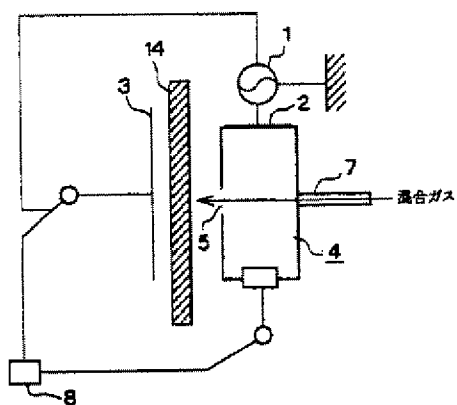
【図7】



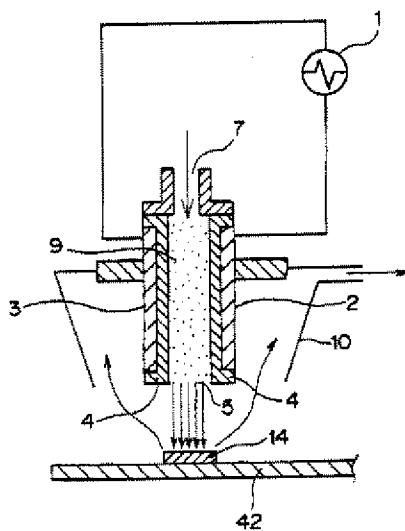
【図8】



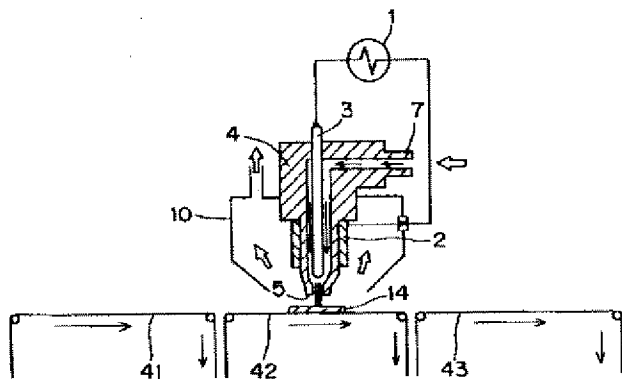
【図3】



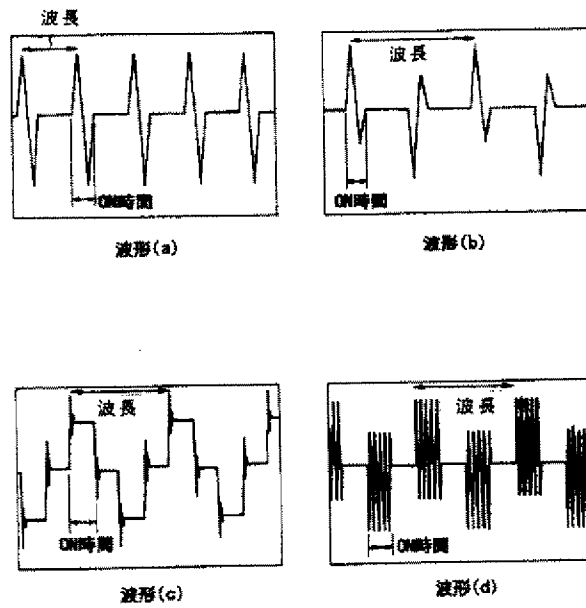
【図10】



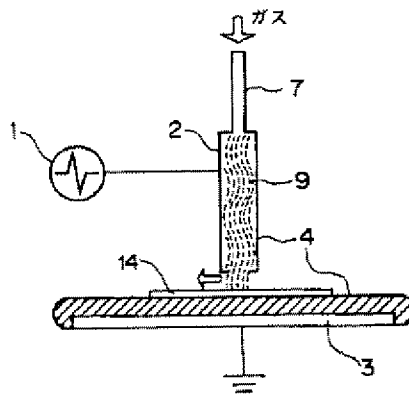
【図9】



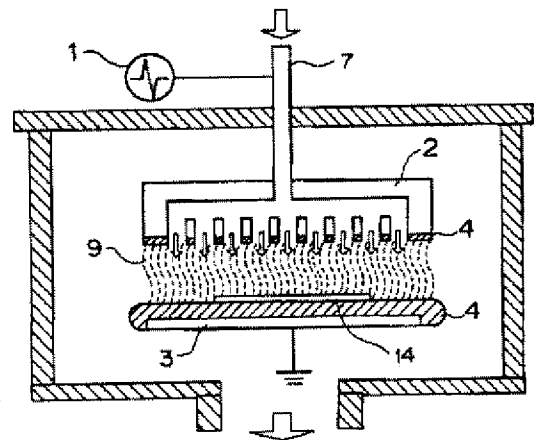
【図11】



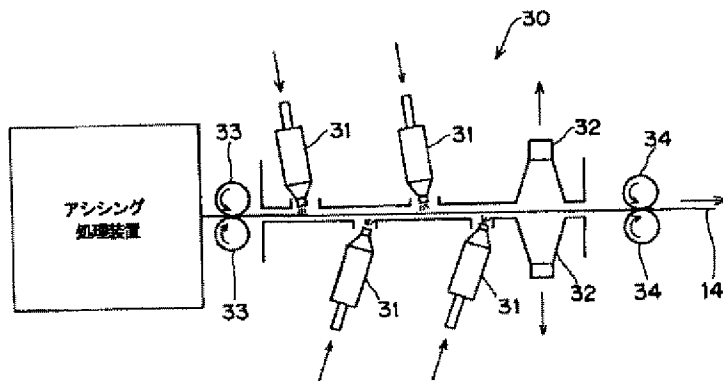
【図13】



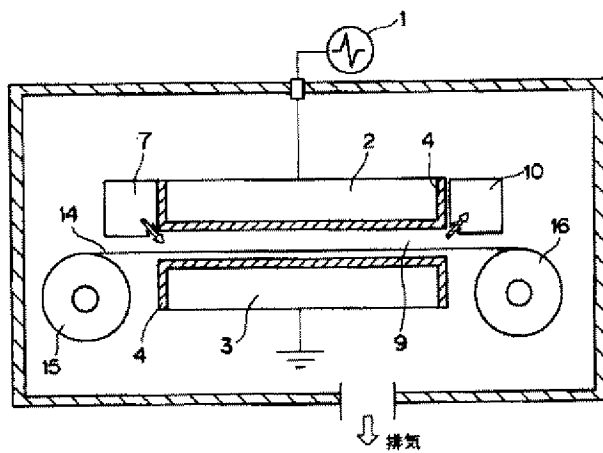
【図15】



【図12】



【図16】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H096 AA25 LA07 LA08
5F004 AA09 AA14 BA06 BB03 BB28
BB29 BD01 CA02 CA03 DA23
DA26 DB00 DB26
5F046 MA12